

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-003437

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int.Cl.

G06T 1/00
G03B 19/02
G06T 3/00
H04N 5/253
H04N 9/11

(21)Application number : 10-168324

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 16.06.1998

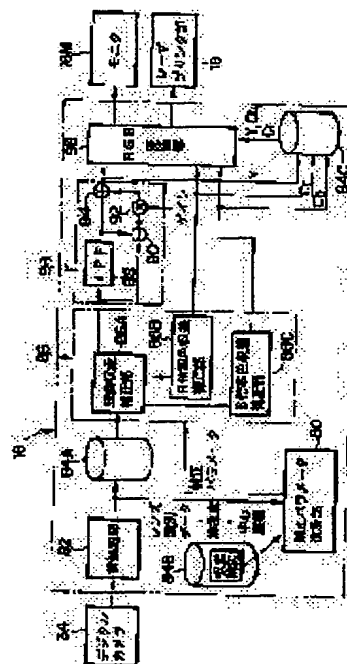
(72)Inventor : MATAMA TORU

(54) ABERRATION CORRECTING METHOD, ELECTRONIC STILL CAMERA AND IMAGE PROCESSING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the aberration of image data expressed by a luminance signal and a color difference signal.

SOLUTION: The identification(ID) data of a lens at the time of photographing and image data expressed by a luminance signal and a color difference signal are inputted from a digital camera 34 to an image processing part 16 and aberration information corresponding to the ID data are read out by a correction parameter operation part 80. A parameter for correcting the distortion of an image due to the distortion aberration of the lens and a parameter for correcting the color blur of the image due to magnification chromatic aberration are calculated based on the aberration information and resolution information. An aberration correction part 86 corrects the distortion aberration and magnification chromatic aberration of the image data expressed by the luminance signal and the color difference signal. At the time of correcting the magnification chromatic aberration, the aberration is temporarily converted into RB data. Consequently image data correcting the reduction of picture quality due to the aberration of the lens can be obtained and the picture quality of a printed image can be highly maintained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体を投影するレンズの収差に関する情報を取得し、

取得した前記レンズの収差に関する情報に基づいて、前記レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られた、前記被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データに対し、該画像データが表す被写体像の前記レンズの収差に起因する画質の低下を補正する、収差補正方法。

【請求項2】 前記レンズの収差は歪曲収差及び倍率色収差の少なくとも一方であり、歪曲収差に起因する前記被写体像の歪み及び倍率色収差に起因する前記被写体像の色にじみの少なくとも一方を補正することを特徴とする請求項1記載の収差補正方法。

【請求項3】 前記画像データの色差データの解像度に応じて、前記補正のパラメータを切り替えることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の収差補正方法。

【請求項4】 前記画像データは、輝度データが基準色のデータを表し色差データが基準色と非基準色との差を表すデータであり、

少なくともレンズの倍率色収差に起因する前記被写体像の色にじみを補正する場合、色差データに輝度データを加算することで非基準色を表すデータを生成し、該生成したデータ及び輝度データに対して補正を行うことを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の収差補正方法。

【請求項5】 撮像により得られる被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データは、前記輝度データが基準色のデータを表し、前記色差データが基準色と非基準色との差を表しており、該輝度データ及び色差データで表された画像データを記録媒体に保存することを特徴とする電子スチルカメラ。

【請求項6】 レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られ記録媒体に記録された、基準色のデータを表す輝度データ及び基準色と非基準色との差を表す色差データに対し、該輝度データ及び色差データが表す被写体像の前記レンズの収差に起因する画質の低下を補正することを特徴とする画像処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、収差補正方法、電子スチルカメラ及び画像処理システムに係り、より詳しくは、レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られた、輝度データ及び色差データで表された画像データを対象とする収差補正方法、被写体の像を撮像する電子スチルカメラ、及び輝度データ及び色差データで表された画像データを対象として画像処理を行う画像処理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、CCDにより被写体を撮像して該

被写体のデジタル画像データを得るデジタルカメラが普及しつつある。このデジタルカメラでは、撮像で得られた被写体のデジタル画像データは、PCカードと呼ばれる小型着脱式の記憶媒体に記憶され該PCカードを介してパーソナルコンピュータ（パソコン）等に入力されたり、一旦該デジタルカメラに内蔵のメモリに蓄積され専用のケーブルを介してパソコン等に入力される。そして、パソコンに付属のディスプレイに、撮像で得られた被写体の画像が表示される。また、近年では、被写体の画像を表示するための液晶モニタ等のディスプレイを備えたデジタルカメラも販売されている。

【0003】このようなデジタルカメラにおいても、一般的なカメラと同様に、撮像で得られた画像の画質を良好に保持しつつ、装置コストを低減することが要求される。カメラにおいて装置コストを低減するには、廉価なレンズを採用することが一般的である。

【0004】このように廉価なレンズを採用する場合、該レンズの収差に起因して、撮像で得られた画像の画質を良好に保持できないおそれがある。即ち、レンズの歪曲収差に起因して、図9（A）に示すように破線で表す格子状の被写体に対して実線で表す樽型の像が得られたり、図9（B）に示すように破線で表す格子状の被写体に対して実線で表す糸巻型の像が得られたりする。また、レンズの倍率色収差に起因して、図10に示すように被写体像の黒白の境界部分に赤や青の色にじみが生じる。このため、上記のようなレンズの収差に起因した被写体像の画質低下を補正することが望まれる。

【0005】ところが、一般的にデジタルカメラでは、撮像で得られたデジタル画像データとして、輝度データ及び色差データで表されたデジタル画像データが用いられる。また、フォトCDに記録されたデジタル画像データも、輝度データ及び色差データで表されたものが多い。そこで、輝度データ及び色差データで表されたデジタル画像データに対して補正を行うことが待望される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題点を解消するために成されたものであり、輝度データ及び色差データで表されたデジタル画像データに対し、レンズの収差に起因した画質低下の補正を円滑に行うことができる収差補正方法、画像処理システムを提供し、円滑な補正を可能とする画像データを記録媒体に保存する電子スチルカメラを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の収差補正方法は、被写体を投影するレンズの収差に関する情報を取得し、取得した前記レンズの収差に関する情報に基づいて、前記レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られた、前記被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データに対し、該画像データが表す被写体像の前記レンズの収差に

起因する画質の低下を補正する、ことを特徴とする。

【0008】また、請求項2記載の収差補正方法では、請求項1記載の収差補正方法において、前記レンズの収差は歪曲収差及び倍率色収差の少なくとも一方であり、歪曲収差に起因する前記被写体像の歪み及び倍率色収差に起因する前記被写体像の色にじみの少なくとも一方を補正することを特徴とする。

【0009】また、請求項3記載の収差補正方法では、請求項1又は請求項2に記載の収差補正方法において、前記画像データの色差データの解像度に応じて、前記補正のパラメータを切り替えることを特徴とする。

【0010】また、請求項4記載の収差補正方法では、請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の収差補正方法において、前記画像データは、輝度データが基準色のデータを表し色差データが基準色と非基準色との差を表すデータであり、少なくともレンズの倍率色収差に起因する前記被写体像の色にじみを補正する場合、色差データに輝度データを加算することで非基準色を表すデータを生成し、該生成したデータ及び輝度データに対して補正を行うことを特徴とする。

【0011】また、請求項5記載の電子スチルカメラは、撮像により得られる被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データは、前記輝度データが基準色のデータを表し、前記色差データが基準色と非基準色との差を表しており、該輝度データ及び色差データで表された画像データを記録媒体に保存することを特徴とする。

【0012】また、請求項6記載の画像処理システムは、レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られ記録媒体に記録された、基準色のデータを表す輝度データ及び基準色と非基準色との差を表す色差データに対し、該輝度データ及び色差データが表す被写体像の前記レンズの収差に起因する画質の低下を補正することを特徴とする。

【0013】上記請求項1記載の収差補正方法では、まず、被写体を投影するレンズの収差に関する情報を取得する。ここでは例えば、予め各種のレンズの収差に関する情報をレンズの識別情報毎に記憶しておいて、対象のレンズの識別情報を得て、該識別情報に対応するレンズの収差に関する情報を取得しても良いし、対象のレンズの収差に関する情報を直接取得しても良い。なお、レンズの収差に関する情報としては、レンズの収差を表す情報でも良いし、レンズの収差を補正するための補正のパラメータでも良い。

【0014】次に、上記取得したレンズの収差に関する情報に基づいて、レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られた、被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データに対し、該画像データが表す被写体像のレンズの収差に起因する画質の低下を補正する。

【0015】即ち、レンズの収差に関する情報として、レンズの収差を表す情報を取得した場合は、該収差に起因して発生する被写体像の画質の低下を補正するための補正のパラメータを求め、求めた補正のパラメータに従って、被写体の像を表す画像データ（輝度データ及び色差データ）に対し補正を行う。また、レンズの収差に関する情報として、レンズの収差を補正するための補正のパラメータを取得した場合は、該補正のパラメータに従って、被写体の像を表す画像データ（輝度データ及び色差データ）に対し補正を行う。

【0016】このようにして、輝度データ及び色差データで表された画像データが表す被写体像のレンズの収差に起因する画質の低下を補正するので、収差が大きい廉価なレンズを用いて被写体を撮像した場合でも、該撮像で得られた輝度データ及び色差データで表された画像データに対し上記補正が行われ、該画像データより再現される画像の画質を良好に保持することができる。即ち、コスト低減を図るべく廉価なレンズを用いた場合でも、再現される画像の画質を良好に保持することができる。

【0017】上記レンズの収差としては、請求項2に記載したように、歪曲収差及び倍率色収差の少なくとも一方が挙げられる。即ち、歪曲収差に起因する被写体像の歪み及び倍率色収差に起因する被写体像の色にじみの少なくとも一方を補正することが望ましい。もちろん、上記被写体像の歪みと色にじみの両方を補正することが最も望ましい。

【0018】ところで、一般的に色差データは所定の規則で間引かれることが多く、色差データの解像度は輝度データの解像度よりも低いことがある。このような場合には、請求項3に記載したように、色差データの解像度に応じて補正のパラメータを切り替えることが望ましく、色差データを解像度に応じて適切に補正することができる。

【0019】請求項4記載の発明では、画像データは、輝度データが基準色のデータを表し色差データが基準色と非基準色との差を表すデータである。ここで、少なくともレンズの倍率色収差に起因する被写体像の色にじみを補正する場合に、色差データに輝度データを加算することで非基準色を表すデータを生成し、該生成したデータ及び輝度データに対して補正を行う。

【0020】即ち、RGB表色系で表されるRGBデータを例にとると、輝度データが基準色としての緑（G）のデータを表し、色差データがこの基準色（G）と非基準色（赤（R）、青（B））との差を表す。ここで、色差データに輝度データを加算することで非基準色（R、B）を表すデータを生成し、該生成したデータ（＝R、Bを表すデータ）及び輝度データ（＝Gを表すデータ）に対して補正を行う。

【0021】このように少なくとも被写体像の色にじみを補正する場合、基準色と非基準色の各々を表すデータ

に対して補正を行う。特に、被写体像の色にじみの補正については、基準色と非基準色の各々を表すデータに対して行った方が、輝度データ及び色差データに対して行うよりも、補正の性能が良いとされている。従って、被写体像の色にじみの補正については、より良い補正性能を得ることができる。

【0022】なお、補正後の非基準色を表すデータから補正後の輝度データを単純に減算することで色差データを生成することができる。即ち、補正後の色差データを簡単な演算で求めることができる。

【0023】上記のように被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データに対し、記録媒体への保存やレンズの収差に起因する画質低下の補正を行うものとして、以下の請求項5記載の電子スチルカメラ、請求項6記載の画像処理システムを挙げることができる。

【0024】請求項5記載の電子スチルカメラでは、該電子スチルカメラを用いた撮像により得られる被写体の像を輝度データ及び色差データで表す画像データは、輝度データが基準色のデータを表し、色差データが基準色と非基準色との差を表している。この電子スチルカメラは、該輝度データ及び色差データで表された画像データを、フロッピーディスクやメモ리카ード等の記録媒体に保存(記憶)する。

【0025】請求項6記載の画像処理システムは、レンズを介して投影された被写体の像を撮像して得られ記録媒体に記録された、基準色のデータを表す輝度データ及び基準色と非基準色との差を表す色差データに対し、該輝度データ及び色差データが表す被写体像のレンズの収差に起因する画質の低下を補正する。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して発明の実施形態を説明する。

【0027】〔第1実施形態〕

〈デジタルラボシステムの概略構成〉図1及び図2には、本実施形態に係るデジタルラボシステム10の概略構成が示されている。

【0028】図1に示すように、このデジタルラボシステム10は、ラインCCDスキャナ14、画像処理部16、レーザプリンタ部18、及びプロセッサ部20を含んで構成されており、ラインCCDスキャナ14と画像処理部16は、図2に示す入力部26として一体化されており、レーザプリンタ部18及びプロセッサ部20は、図2に示す出力部28として一体化されている。

【0029】ラインCCDスキャナ14は、ネガフィルムやリバーサルフィルム等の写真フィルムに記録されているコマ画像を読み取るためのものであり、例えば135サイズの写真フィルム、110サイズの写真フィルム、及び透明な磁気層が形成された写真フィルム(240サイズの写真フィルム:所謂APSフィルム)、120サイズ及び220サイズ(ブローニサイズ)の写真フ

ィルムのコマ画像を読み取対象とすることができる。ラインCCDスキャナ14では、光源66から射出された光が光拡散板72により拡散光とされ、フィルムキャリア74上の写真フィルム68のコマ画像に照射される。コマ画像を透過した光はレンズユニット76に入射され、該レンズユニット76により上記透過光による像がラインCCD30の受光面に結像される。ここで結像したコマ画像がラインCCD30により読み取られ、この読み取りで得られた画像データはA/D変換部32でA/D変換された後、画像処理部16へ出力される。

【0030】画像処理部16は、ラインCCDスキャナ14から出力された画像データ(スキャン画像データ)が入力されると共に、デジタルカメラ34等での撮像によって得られた画像データ、原稿(例えば反射原稿等)をスキャナ36(フラットベット型)で読み取ることで得られた画像データ、他のコンピュータで生成され、フロッピーディスクドライブ38、MOドライブ又はCDドライブ40に記録された画像データ、及びモデム42を介して受信する通信画像データ等(以下、これらをファイル画像データと総称する)を、外部から入力できるよう構成されている。

【0031】画像処理部16については後に詳述するが、この画像処理部16では、入力された画像データに対して、歪曲収差補正、倍率色収差補正、ハイパーシャープネス処理等の各種の画像処理が行われ、画像処理後の画像データは記録用画像データとしてレーザプリンタ部18へ出力される。また、画像処理部16は、画像処理を行った画像データを画像ファイルとして外部へ出力する(例えばFD、MO、CD等の記憶媒体に出力したり、通信回線を介して他の情報処理機器へ送信する等)ことも可能とされている。

【0032】レーザプリンタ部18はR、G、Bのレーザ光源52を備えており、レーザドライブ54を制御して、画像処理部16から入力された記録用画像データ(一旦、画像メモリ56に記憶される)に応じて変調したレーザ光を印画紙に照射して、走査露光(本実施の形態では、主としてポリゴンミラー58、fθレンズ60を用いた光学系)によって印画紙62に画像を記録する。また、プロセッサ部20は、レーザプリンタ部18で走査露光によって画像が記録された印画紙62に対し、発色現像、漂白定着、水洗、乾燥の各処理を施す。これにより、印画紙上に画像が形成される。

【0033】(画像処理部の構成)次に、図3を用いて画像処理部16の構成を説明する。図3に示すように、画像処理部16には、入力された画像データに対しカラーバランス調整、コントラスト調整(色階調処理)、暗時補正、欠陥画素補正、シェーディング補正等の処理を行う前処理部82と、撮像時のレンズに起因した歪曲収差及び倍率色収差の補正を行う収差補正部86と、輝度強調型シャープネス強調処理を行うシャープネス強調処

理部96と、輝度データ(Y)及び色差データ(Cr、Cb)で表された画像データをRGBデータに変換するRGB変換部98と、後述する撮像で用いられるレンズの収差情報がレンズの識別データ毎に予め記憶され、収差補正前の画像データや収差補正及びシャープネス強調処理後の画像データ等を記憶するための記憶部84と、レンズの収差情報及び画像の解像度情報に基づいて収差補正パラメータを演算する補正パラメータ演算部80とが設けられている。記憶部84はハードディスク等の不揮発性メモリで構成されている。なお、図3では、各種データや情報の入出力をわかり易くするため、記憶部84を記憶部84A、84B、84Cに分けて記載しているが、実際には記憶部84は1台の記憶装置(例えばハードディスク)により構成しても良いし、複数台の記憶装置により構成しても良い。

【0034】収差補正部86には、歪曲収差の補正を行う歪曲収差補正部86Aと、G色を基準としてR色の倍率色収差の補正を行うR倍率色収差補正部86Bと、G色を基準としてB色の倍率色収差の補正を行うB倍率色収差補正部86Cとが設けられている。また、シャープネス強調処理部96には、ローパスフィルタ(LPF)88と、減算器90と、加算器94と、ゲイン増幅器92とが設けられている。

【0035】(本実施形態の作用)以下、本実施形態の作用として、レンズを介して投影された被写体の像を、デジタルカメラ34により撮像して得られた画像データ(輝度データ(Y)及び色差データ(Cb、Cr)で表された画像データ、以下、YCデータと略称する)を画像処理部16に入力し、画像処理部16において、前記画像データに対し歪曲収差及び倍率色収差の補正と輝度強調型シャープネス強調処理とを行って、処理後の画像データをモニタ16M及びデジタルプリンタ部18に出力する例を説明する。

【0036】デジタルカメラ34により被写体を撮像すると、デジタルカメラ34内のCCDよりRGBデータが出力され、該デジタルカメラ34内でRGBデータからYCデータへの変換が行われ、変換後のYCデータが、内蔵されたメモリに記憶される。

【0037】一般的なデジタルカメラでは、以下の

(1)式、(2)式、(3)式によりRGBデータからYCデータへ変換される。

【0038】

$$Y = 0.3R + 0.6G + 0.1B \quad \dots (1)$$

$$Cb = B - Y \quad \dots (2)$$

$$Cr = R - Y \quad \dots (3)$$

ここで、輝度データYは、人間の明るさに対する感度に応じてRGBデータを重み付けして求められる。この輝度データYの特性はデジタルカメラ34のCCDの構造やY生成信号処理アルゴリズムに依存して変化する。例えば、CCDが単板CCDである場合、RGBの画素配

列が市松模様状になっている場合とストライプ状になっている場合とで、輝度データYの特性は異なる。また、色差データCb、Crに対しては人間の感度が鈍いため、該色差データCb、Crは所定の間引き率で間引かれており、輝度データYに対し色差データCb、Crはその画素密度が低い。

【0039】オペレータがデジタルカメラ34の出力端子と画像処理部16の入力端子とを通信ケーブルで接続し、キーボード16Kにより画像処理の開始指示を行うと、画像処理部16において図4の処理ルーチンが実行開始される。なお、図4の処理ルーチンには、画像処理部16の各部が行う処理が時系列に沿って順に示されている。

【0040】図4のステップ102では、撮像で得られたYCデータ及び撮像で用いられたレンズの識別データを、通信ケーブルを介してデジタルカメラ34から前処理部82へ取り込み、次のステップ104では前処理部82によりYCデータに対し、カラーバランス調整、コントラスト調整(色階調処理)、暗時補正、欠陥画素補正、シェーディング補正等の処理を、LUTやマトリクス(MTX)演算等の周知の方法で行う。なお、上記のような画像処理では、YCデータを図11に示すような仮想的な二次元座標系(x, y)に展開し、各画素に対応するYCデータに対して画像処理を行う。上記画像処理により、輝度データYと色差データCr、Cbの各々について、図11のx軸方向、y軸方向の各々の解像度情報及び図11の二次元座標系における撮像中心座標(x₀, y₀)が得られる。

【0041】次のステップ106では上記画像処理後の画像データを記憶部84Aに記憶し、次のステップ108ではレンズの識別データ、撮像中心座標(x₀, y₀)の情報、及び輝度データYと色差データCr、Cbの各々についてのx軸方向、y軸方向の解像度情報を前処理部82から補正パラメータ演算部80へ取り込む。なお、ステップ106では画像データを圧縮して記憶しても良い。

【0042】次のステップ110では上記取り込んだレンズの識別データに対応する収差情報を記憶部84Bから取り込み、次のステップ112では補正パラメータ演算部80によって、以下に述べる図5の補正パラメータの演算処理を行う。

【0043】図5のステップ132では、後述する歪曲収差補正処理で用いられる、レンズの歪曲収差に起因した画像の歪みを補正するための歪曲収差補正パラメータを、図11の二次元座標系における各画素について周知の方法により算出する。

【0044】例えば、図11の二次元座標系における撮像中心座標(x₀, y₀)を原点とするレンズの歪曲収差情報及び解像度情報より、図11の二次元座標系における各画素の位置における歪曲量を求め、該歪曲量だけ

補正するためのx軸方向、y軸方向の各々の座標変換量を各画素毎に求める。そして、求めた座標変換量だけ各画素を座標変換したときの状態で、図11の二次元座標系における各画素位置（本来の画素位置）における画像データ（輝度データY、色差データCr、Cbの各値）を補間演算で求めるための補正パラメータを求める。

【0045】即ち、図12に示すように、画素Tの画像*

$$d(x,y) = d(m,n)(1-\alpha)(1-\beta) + d(m+1,n)\alpha(1-\beta) + d(m,n+1)(1-\alpha)\beta + d(m+1,n+1)\alpha\beta \quad \dots (4)$$

なお、 α 及び β は、座標変換前の画像データが表す画素の位置と座標変換後の画像データが表す画素の位置との偏差を表している。

【0047】そこで、本実施形態では、補正パラメータとして、(4)式に従って変換するためのデータ、すなわち(4)式による画像データ $d(x,y)$ への変換において、画像データを参照すべき画素のアドレスを表すデータ m,n 及び定数 α,β を求める。

【0048】上記(4)式に従って各画素の画像データを変換することは、実質的に、歪曲収差の方向と逆の方向に画像が歪むように画像データを補正することに相当する。

【0049】このようなステップ132の処理を、Y、Cb、Crの各データについてそれぞれ実行していく。そして、Y、Cb、Crの各データについてステップ132の処理が完了すると、ステップ134で肯定判定され、ステップ136へ進む。このとき、Y、Cb、Crの各データについて、各画素毎の歪曲収差補正パラメータ（データ m,n 及び定数 α,β ）が得られる。

【0050】ところで、レンズの歪曲収差に起因して図8(A)のように歪んだ画像P1を表す画像データに対して補正を行うケースを考えると、図8(B)のように歪みが無い画像P2を表す画像データが得られるが、図8(B)に一点鎖線で示す有効な画像領域A'を元の画像領域Aに拡大する拡大処理（画素密度変換）を行う必要が有る。また、レンズの歪曲収差に起因して図9

(A)のように樽型の歪みがある画像を表す画像データに対して補正を行うケースでは、縮小処理を行う必要が有る。

【0051】こうしたことから、図5のステップ136では、上記のような歪曲収差に起因した歪みの補正後に実行すべき拡大／縮小処理での拡縮倍率を設定する。

【0052】次のステップ138では、後述する倍率色収差補正処理で用いられる、レンズの倍率色収差に起因した色にじみを補正するための倍率色収差補正パラメータを算出する。

【0053】一般的に倍率色収差補正は、YCデータに対して実行するよりも、RGBデータで表された画像データ（RGBデータ）に対して実行する方が、補正性能が良いとされている。このため、デジタルカメラ34から入力されたYCデータをRGBデータに逆変換し、逆

*データ $d(x,y)$ は、座標変換後に該画素Tの周囲に存在する4個の画素の濃度値 $d(m,n)$ 、 $d(m+1,n)$ 、 $d(m,n+1)$ 、 $d(m+1,n+1)$ に基づき、以下の(4)式に従って補間演算により求められる。

【0046】

10 変換後のRGBデータに対して倍率色収差補正を行うことが考えられる。

【0054】しかし、現実には、各種のデジタルカメラでは、その機種毎に様々なデータ処理方法でCCDからの出力（RGBデータ）をYCデータに変換しているため、その逆変換の標準的な方法は無く、逆変換自体が非現実的である。

【0055】そこで、本実施形態では、後述する倍率色収差補正処理（図7）において、R倍率色収差補正部86B及びB倍率色収差補正部86Cによって、輝度データY及び色差データCr、Cbで表された画像データをそれぞれRデータ、Bデータへ変換し、変換後のRデータ、Bデータに対して倍率色収差補正処理を行う。

【0056】このためステップ138では、RGBデータにおいてGデータを基準としてRデータ、Bデータの倍率色収差補正パラメータを算出する。ここでは、図11の二次元座標系における撮像中心座標 (x_0,y_0) を原点とする、Rデータ、Bデータについての倍率色収差情報及び解像度情報より、図11の二次元座標系における各画素の位置における倍率色収差に起因したズレ量を求め、該ズレ量だけ補正するためのx軸方向、y軸方向の各々の座標変換量を各画素毎に求める。そして、求めた座標変換量だけ各画素を座標変換したときの状態で、図11の二次元座標系における各画素位置（本来の画素位置）における画像データ（Rデータ、Bデータ）を補間演算で求めるための補正パラメータ（上記式(4)のデータ m,n 及び定数 α,β ）を求める。

【0057】このようなステップ138の処理を、Rデータ、Bデータの各々について実行していく。そして、Rデータ、Bデータの各々についてステップ138の処理が完了すると、図5の処理を終了する。このとき、Rデータ、Bデータの各々について、各画素毎の倍率色収差補正パラメータ（データ m,n 及び定数 α,β ）が得られる。

【0058】図4の主ルーチンへリターンして、次のステップ114では、ステップ106で記憶した画像データを記憶部84Aから読み出す。なお、上記ステップ106で画像データを圧縮して記憶した場合は、上記読み出し後、圧縮された画像データを伸張して、圧縮前の画像データに復元する。

50 【0059】次のステップ116では歪曲収差補正部8

6Aによって、以下に述べる図6の歪曲収差補正処理を行う。図6のステップ152、154では、Y、Cb、Crのうち1つの対象データについて、ステップ112で得られた歪曲収差補正パラメータを用いて、歪曲収差に起因した画像歪みの補正を各画素毎に実行していく。これにより、図8(A)に示すように画像の周縁部に近づくに従い、内側に凸となる歪曲が大きくなる画像を表す画像データは、図8(B)に示すように歪曲が無い画像を表す画像データに補正される。

【0060】次のステップ156、158では、対象データについて、図5のステップ138で得られた拡張倍率に従い拡大又は縮小処理(画素密度変換処理)を各画素毎に実行していく。これにより、図8(B)にて一点鎖線で示す画像領域A'が画像領域Aに拡大される。そして、次のステップ160では有効領域外、即ち図8(B)で画像領域Aの外部領域に対応するデータを切り捨てる。これにより、対象データについて、歪曲収差に起因した画像歪みが補正された画像を表す画像データが得られる。

【0061】以後、ステップ152へ戻り、未処理のデータについてステップ152~162の処理を繰り返す。そして、Y、Cb、Crの各データについて処理が完了したら、図6の処理を終了する。

【0062】次に、図4の主ルーチンへリターンして、次のステップ118では、R倍率色収差補正部86B及びB倍率色収差補正部86Cによって、以下に述べる図7の倍率色収差補正のサブルーチンを実行する。

【0063】図7のステップ172、174では、以下の式(5)、(6)に従い、輝度データY及び色差データCr、Cbで表された画像データを、各画素についてRデータ、Bデータへ変換する。この変換では解像度変換は不要であり、簡単に実行可能である。

$$【0064】R = Cr + Y \quad \dots (5)$$

$$B = Cb + Y \quad \dots (6)$$

次のステップ176、178、180では、Rデータ、Bデータの各々について、ステップ112で得られた倍率色収差補正パラメータを用いて、倍率色収差に起因した色にじみの補正を各画素毎に実行していく。これによ

$$R = Y' + Cr \quad \dots (9)$$

$$B = Y' + Cb \quad \dots (10)$$

$$G = (Y' - 0.3R - 0.1B) / 0.6 \quad \dots (11)$$

次のステップ126では、上記変換で得られたRGBデータをモニタ16M及びデジタルプリンタ部18に出力する。これにより、デジタルカメラ34のレンズの歪曲収差及び倍率色収差に起因した画質劣化の補正が施された画像データに基づく画像が、モニタ16Mに表示されると共にデジタルプリンタ部18よりプリント出力される。

【0071】以上で図4の処理は終了するが、その後、所望のタイミングで記憶部84Cから画像データ(YC

※り、図10に示すような色にじみがある画像を表す画像データは、色にじみが無い画像を表す画像データに補正される。

【0065】そして、次のステップ182、184では、以下の式(7)、(8)に従い、倍率色収差の補正後のRデータ、Bデータを、それぞれ色差データCr、Cbへ変換する。この変換でも解像度変換は不要であり、簡単に実行可能である。なお、R'は補正後のRデータを、B'は補正後のBデータを、それぞれ表す。

$$【0066】Cr = R' - Y \quad \dots (7)$$

$$Cb = B' - Y \quad \dots (8)$$

以上で図7のサブルーチンを終了し、図4の主ルーチンで次のステップ120ではシャープネス強調処理部96により、以下のようにして輝度強調型のシャープネス強調の画像処理を行う。

【0067】収差補正部86からの輝度データYが減算器90とLPF88とにそれぞれ入力される。LPF88からは輝度データYの低周波成分YLが出力され、減算器90と加算器94とにそれぞれ入力される。減算器90からは、輝度データYと該輝度データYの低周波成分YLとの差分、即ち、輝度データYの高周波成分YHが出力され、ゲイン増幅器92に入力される。

【0068】ゲイン増幅器92では輝度データYの高周波成分YHが所定のゲイン定数で増幅され、増幅後の高周波成分YH'は加算器94に入力される。加算器94では、増幅後の高周波成分YH'と低周波成分YLとが加算され、高周波成分のみが増幅された輝度データY'が生成される。

【0069】次のステップ122では、上記高周波成分のみが増幅された輝度データY'と倍率色収差補正後の色差データCr、Cbとから成る画像データを記憶部84Cに記憶する。このとき、画像データを圧縮して記憶しても良い。次のステップ124では、RGB変換部98によって以下の式(9)、(10)に従いRデータ、Bデータを求め、以下の式(11)に従いGデータを求める。

$$【0070】$$

データ)を読み出して、上記ステップ120のようにRGBデータへ変換し、モニタ16Mやデジタルプリンタ部18へ出力しても良い。

【0072】以上説明した実施形態によれば、画像処理装置10は、デジタルカメラ34から撮像で用いたレンズの識別データを取り込み、該識別データに応じた収差情報、撮像中心座標情報及び解像度情報より補正パラメータを算出し、該補正パラメータを用いて、デジタルカメラ34から入力された画像データに対し歪曲収差補正

及び倍率色収差補正を行うので、デジタルカメラ34において比較的収差が大きい廉価なレンズを用いて撮像を行った場合でも、歪曲収差及び倍率色収差が補正された画像データを得ることができ、モニタ16Mに表示される画像及びデジタルプリンタ部18よりプリント出力される画像の画質を良好に保持することができる。即ち、レンズのコスト低減を図りつつ、出力される画像の画質を良好に保持することができる。

【0073】なお、自機に装着されたレンズの収差情報を送信可能なデジタルカメラについては、該デジタルカメラから、レンズの識別データに代わり、レンズの収差情報そのものを取り込み、該取り込んだ収差情報を用いても良い。

【0074】また、デジタルプリンタ部18から画像を拡大又は縮小して、プリント出力する場合には、前述した図6の歪曲収差補正処理のステップ156の拡縮処理とプリント出力用の拡縮処理とを同時に実行するのが望ましい。これにより、拡縮処理(画素密度変換)での補間演算やデータの丸め込み(有効桁数外の端数切り捨てなど)に起因した誤差をなるべく小さくすることができる。画像の再現精度の低下を抑えることができる。

【0075】また、本実施形態の処理対象としては、デジタルカメラから入力されたYCデータのみならず、フォトCD等に記憶されたYCデータも対象となる。但し、該YCデータが得られた時の撮像にて用いられたレンズの識別データ又はレンズの収差情報が必要である。

【0076】[第2実施形態]次に、請求項3に記載の発明に係る第2実施形態を説明する。この第2実施形態では、画像データの色差データの解像度に応じて、歪曲収差補正のパラメータを切り替える例を説明する。

【0077】図13に示すように、図3の歪曲収差補正部86Aには、入力された輝度データに対し歪曲収差補正を行う輝度データ歪曲収差補正部86A1と、輝度データ歪曲収差補正部86A1で補正された輝度データに対し補間処理を行う画像データ補間部86A3と、入力された色差データに対し歪曲収差補正を行う色差データ歪曲収差補正部86A2と、色差データ歪曲収差補正部86A2で補正された色差データに対し補間処理を行う画像データ補間部86A4とが、設けられている。

【0078】ここでは、色差データについてのx軸(図11)方向の解像度の間引き率を M_x とし、y軸方向の解像度の間引き率を M_y とする。例えば、1/2間引きの場合は、 $M_x = M_y = 1/2$ である。なお、x方向間引き率とy方向間引き率とは独立に設定可能とする。

【0079】以下、補正パラメータ演算部80において、色差データの解像度に応じて、歪曲収差補正のパラメータを切り替える例を説明する。

【0080】輝度データに対する歪曲収差の補正式は、xy座標系で表すと、例えば、以下のように表現できる。

【0081】

$$x' = x + a x^3 + a y^2 x \quad \cdots (12)$$

$$y' = y + a y^3 + a x^2 y \quad \cdots (13)$$

なお、x、yは補正後の出力走査アドレスを、 x' 、 y' は補正前の入力画像の座標を、それぞれ表す。上記aが、レンズの歪曲収差を表すパラメータである。

【0082】色差データの座標は、間引き率が M_x 、 M_y であるので、以下のように表される。なお、X、Yは補正後の出力走査アドレスを、 X' 、 Y' は補正前の入力画像の座標を、それぞれ表す。

$$X = M_x \cdot x \quad \cdots (14)$$

$$Y = M_y \cdot y \quad \cdots (15)$$

$$X' = M_x \cdot x' \quad \cdots (16)$$

$$Y' = M_y \cdot y' \quad \cdots (17)$$

これら(14)～(17)式を(12)、(13)式に代入した後、整理すると、以下の(18)、(19)式が得られる。

【0084】

$$X' = X + A_1 X^3 + A_2 Y^2 X \quad \cdots (18)$$

$$Y' = Y + A_3 Y^3 + A_4 X^2 Y \quad \cdots (19)$$

ここで、 $A_1 = a/M_x^2$ 、 $A_2 = a/M_y^2$ 、 $A_3 = a/M_y^2$ 、 $A_4 = a/M_x^2$ となる。

【0085】このようにして、補正パラメータ演算部80は、色差データの解像度の間引き率(M_x 、 M_y)に応じて、色差データについての歪曲収差補正パラメータ A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 を設定し、これらを色差データ歪曲収差補正部86A2へ出力する。

【0086】これにより、色差データ歪曲収差補正部86A2において、歪曲収差補正パラメータ A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 を用いた補正が行われる。即ち、色差データをその解像度に応じて適切に補正することができる。

【0087】[第3実施形態]次に、請求項5、6に記載の発明に係る第3実施形態を説明する。

【0088】図14には、デジタルカメラ34(図16参照)で行われる処理の概要を示す。レンズを介して投影された被写体の像をデジタルカメラ34により撮像する。このとき、図14に示すように、デジタルカメラ34内のCCD34BにおけるRGBの画素配列が市松模様状になっており、1回の撮像で縦 S_x 画素×横 S_y 画素分のRGBデータが得られるものとする。

【0089】即ち、図14に示すように、基準色としてのGデータについては、縦 S_x 画素×横($S_y/2$)画素分のデータが得られ、非基準色としてのBデータ、Rデータについては、それぞれ縦($S_x/2$)画素×横($S_y/2$)画素分のデータが得られる。

【0090】ここで、以下の(20)式、(21)式、(22)式によりRGBデータからYCデータへ変換する。

$$Y = G \quad \cdots (20)$$

$$C_b = B - ((G_1 + G_2)/2) \quad \cdots (21)$$

$C_r = R - ((G_1 + G_2) / 2) \dots (22)$
 なお、 G_1 は、図14においてRデータの読取画素に対し右に位置する画素による読取で得られたGデータを示し、 G_2 は、図14においてBデータの読取画素に対し左に位置する画素による読取で得られたGデータを示す。

【0092】そして、変換後のYCデータを圧縮し、圧縮されたYCデータを図16のPCカード34Cに記録する。なお、記録メディアとしては、デジタルカメラ34に内蔵の磁気ディスク装置等を採用しても良い。

【0093】以上のようにして、基準色としてのGデータを表す輝度データY、及び基準色と非基準色(RBデータ)との差を表す色差データCb、Crを記録メディアに保存することができる。

【0094】次に、図15を用いて、デジタルラボシステム10による上記YCデータに対する収差補正処理を説明する。

【0095】デジタルカメラ34によりYCデータが記録されたPCカード34Cは、図16のPCカード読取部16Dに装填され、PCカード34CからYCデータが読み取られ図3の画像処理部16へ入力される。

【0096】画像処理部16では、前処理部82により、圧縮されたYCデータの解凍処理や前述した前処理が行われる。さらに、歪曲収差補正部86Aにより、Yデータ(=Gデータ)については、図14において横方向(y方向)について画素数を2倍にする(縦S_x画素×横S_y画素にする)ための補間処理が行われ、補間処理後の縦S_x画素×横S_y画素のGデータに対し歪曲収差補正が行われる。

【0097】また、歪曲収差補正部86Aにより、Y、Cr、Cbの各データを以下の式(23)、(24)に適用することで、Rデータ、Bデータが求められる。

$$R = C_r + ((G_1 + G_2) / 2) \dots (23)$$

$$B = C_b + ((G_1 + G_2) / 2) \dots (24)$$

一方、補正パラメータ演算部80では、前述した第2実施形態の要領で、色差データの解像度(M_x、M_y)=(1/2、1/2)に応じた補正パラメータが設定され、設定された補正パラメータは歪曲収差補正部86Aに入力される。

【0099】そして、歪曲収差補正部86Aにより、色差データの解像度に応じて設定された補正パラメータを用いて、上記求められたRデータ、Bデータに対しそれぞれ歪曲収差補正が行われる。

【0100】さらに、R倍率色収差補正部86Bにより歪曲収差補正後のRデータに対し倍率色収差補正が、B倍率色収差補正部86Cにより歪曲収差補正後のBデータに対し倍率色収差補正が、それぞれ行われる。

【0101】以上のようにして、記録メディアに記録されたYCデータ(即ち、基準色としてのGデータを表す

輝度データY、及び基準色と非基準色(RBデータ)との差を表す色差データCb、Cr)に対し、歪曲収差補正及び倍率色収差補正を実行することができる。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、コスト低減を図るべく廉価なレンズを用いた場合でも、再現される画像の画質を良好に保持することができる。

【0103】また、請求項2記載の発明によれば、歪曲収差及び倍率色収差の少なくとも一方について補正が行われる。

【0104】また、請求項3記載の発明によれば、色差データの解像度に応じて補正のパラメータを切り替えるので、色差データをその解像度に応じて適切に補正することができる。

【0105】また、請求項4記載の発明によれば、少なくとも被写体像の色にじみを補正する場合、基準色と非基準色の各々を表すデータに対して補正を行うので、被写体像の色にじみの補正について、より良い補正性能を得ることができる。

【0106】また、請求項5記載の発明によれば、基準色のデータを表す輝度データ、及び基準色と非基準色との差を表す色差データを記録媒体に保存することができる。

【0107】また、請求項6記載の発明によれば、記録媒体に記録された、基準色のデータを表す輝度データ及び基準色と非基準色との差を表す色差データに対し、該輝度データ及び色差データが表す被写体像のレンズの収差に起因する画質の低下を補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るデジタルラボシステムの概略構成図である。

【図2】デジタルラボシステムの外観図である。

【図3】画像処理部の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施形態に係る主ルーチンを示す流れ図である。

【図5】補正パラメータの演算処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図6】歪曲収差補正処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図7】倍率色収差補正処理のサブルーチンを示す流れ図である。

【図8】(A)は歪曲収差補正前の画像を表す図であり、(B)は歪曲収差補正後の画像を表す図である。

【図9】(A)はレンズの歪曲収差に起因して樽型の歪みが生じた像を示す図であり、(B)はレンズの歪曲収差に起因して糸巻型の歪みが生じた像を示す図である。

【図10】レンズの倍率色収差に起因した色にじみを示す図である。

【図11】画像処理部において画像処理を行う際に画像

17

データが展開される仮想的な二次元座標系を示す図である。

【図12】座標変換後に各画素位置における画像データを求めるための補間演算を説明するための図である。

【図13】第2実施形態における補正パラメータ演算部及び歪曲収差補正部による処理概要を説明するための図である。

【図14】第3実施形態におけるデジタルカメラで行われる処理の概要を示す図である。

【図15】第3実施形態におけるデジタルラボシステム

18

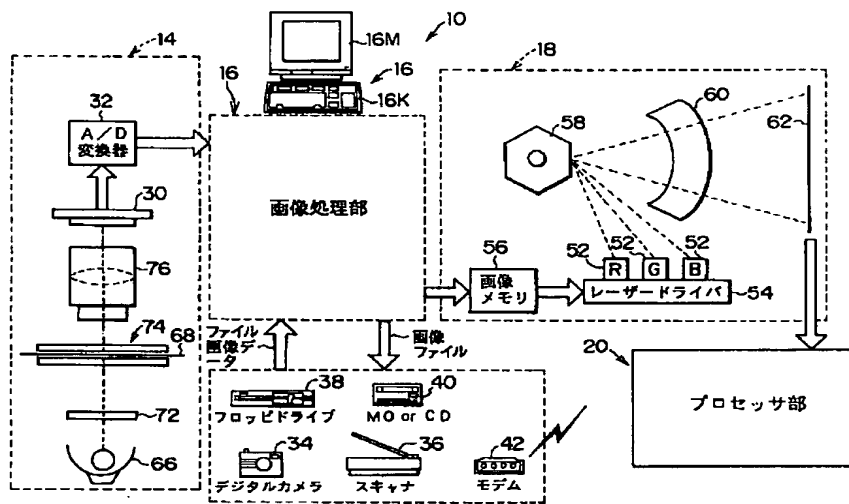
*ムによる収差補正処理を説明するための図である。

【図16】デジタルカメラの概略構成図である。

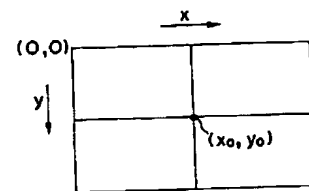
【符号の説明】

- 10 デジタルラボシステム
- 16 画像処理部
- 34 デジタルカメラ
- 34C PCカード
- 80 補正パラメータ演算部
- 84 記憶部
- 86 収差補正部

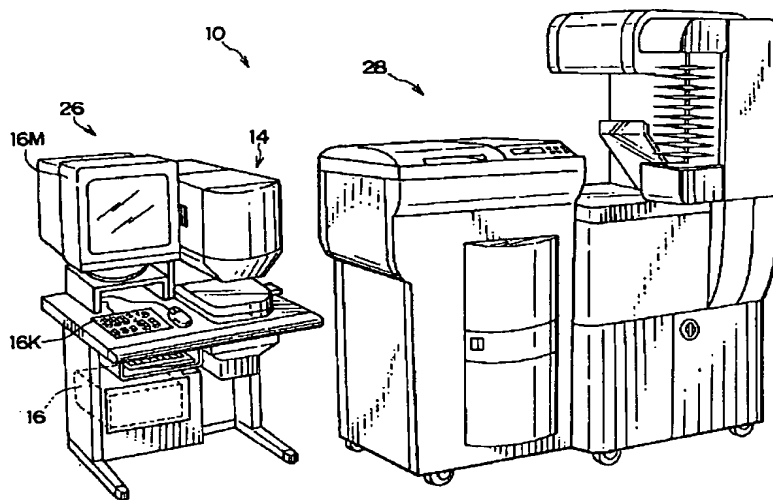
【図1】



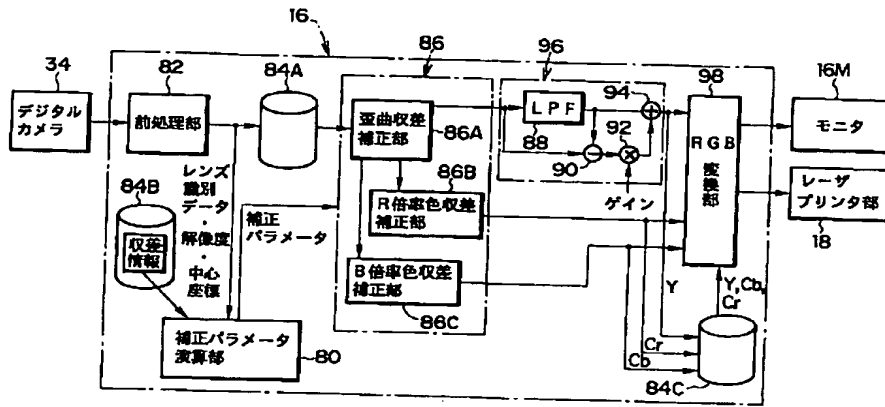
【図11】



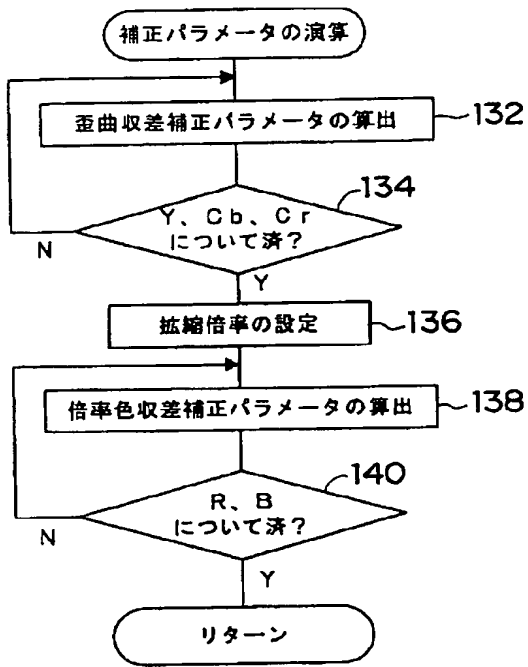
【図2】



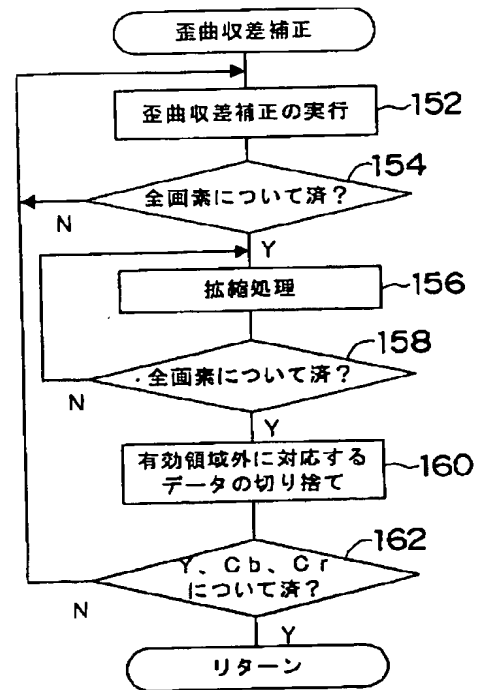
【図3】



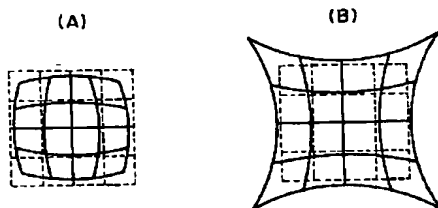
【図5】



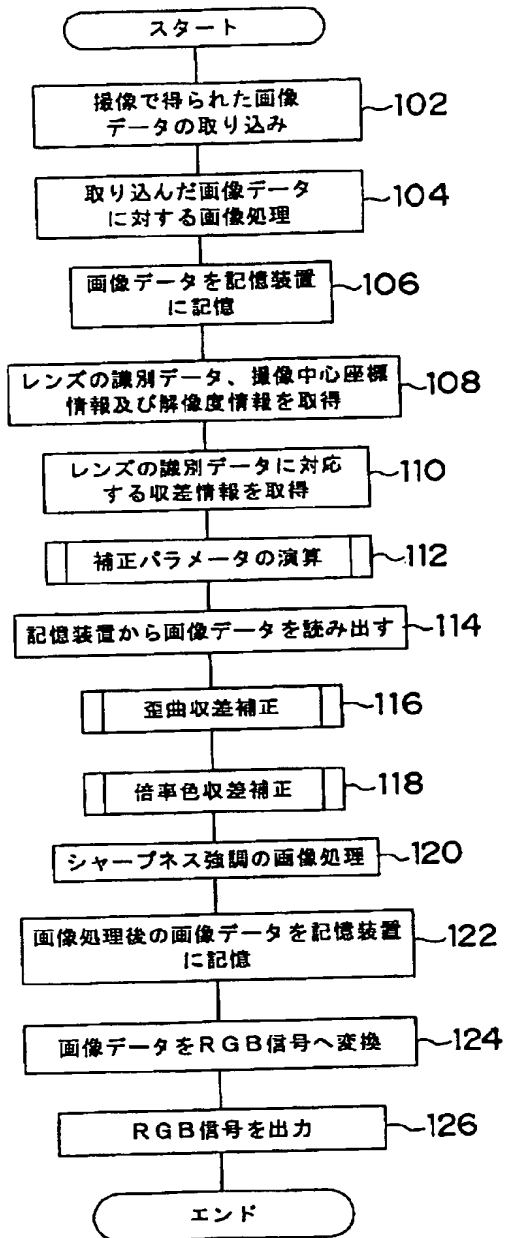
【図6】



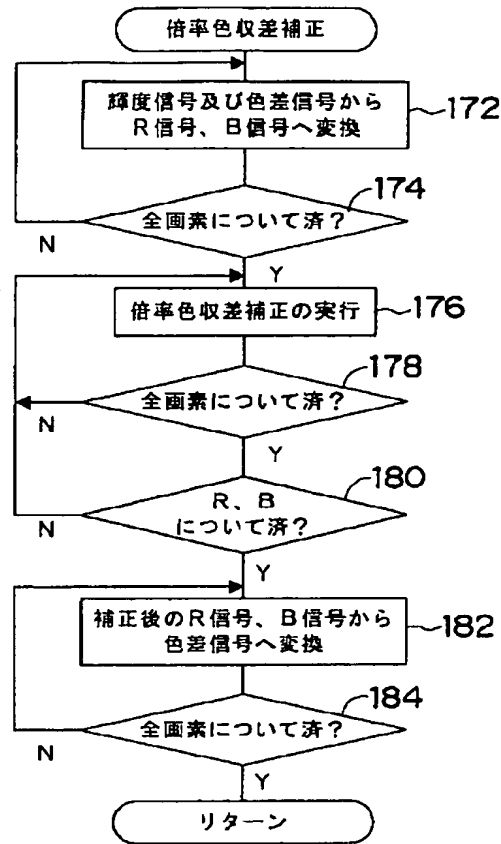
【図9】



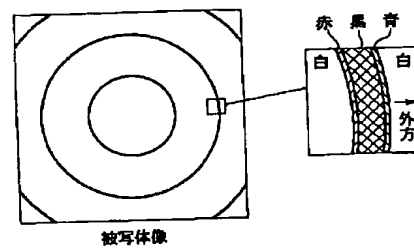
【図4】



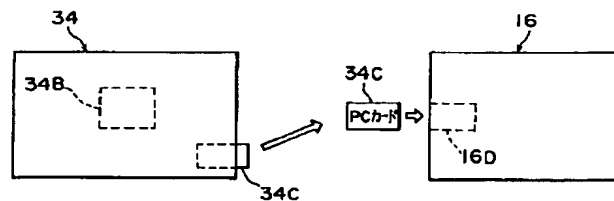
【図7】



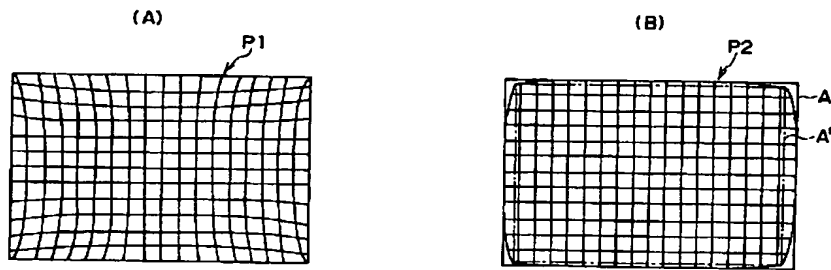
【図10】



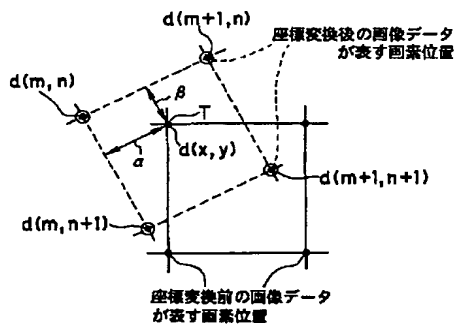
【図16】



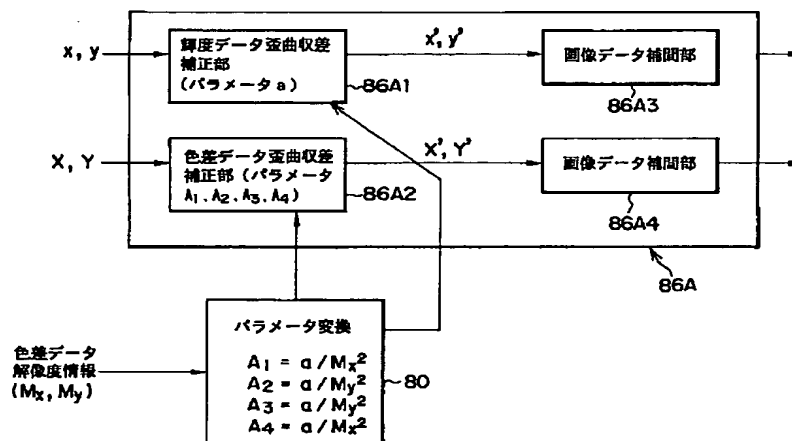
【図8】



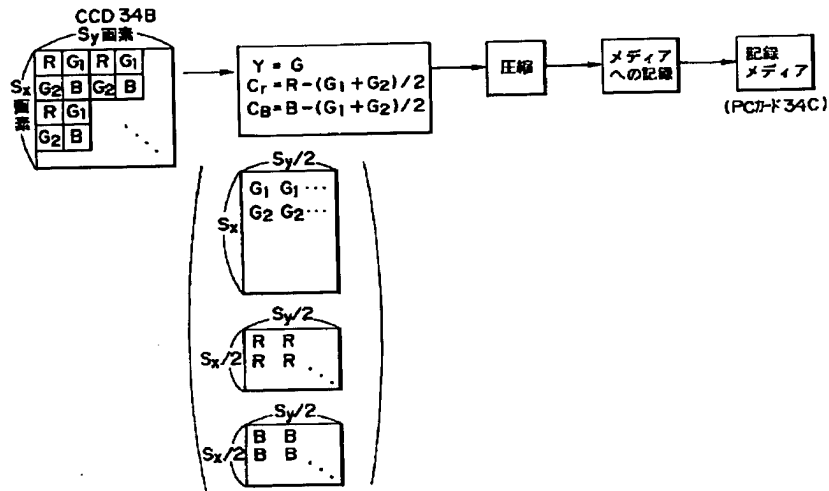
【図12】



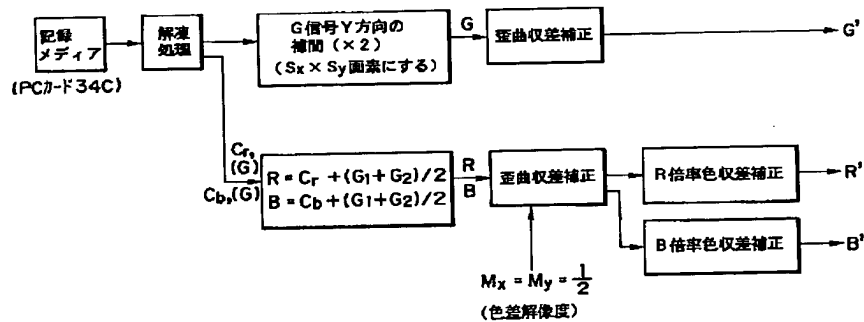
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

G 0 6 F 15/66

3 6 0

テーマコード (参考)

F ターム (参考) 2H054 AA01

5B047 AA05 AB04 BA03 BB04 BC05
CB01 CB10 CB25 DA105B057 AA20 BA02 BA28 CA01 CA08
CB01 CB08 CE01 CE17 CH08
CH11 DB06 DB09

5C022 AA13 AC42 AC54 AC69

5C065 AA03 CC02 CC03 CC08 CC09

DD02 EE05 EE06 EE12 GG21

GG22 GG23 GG30 HH04